# Experimentelle Prüfung des Jaquetschen Sphygmochronographen von Johannes Bätke

Carl Hinstorffs
Buchdruckerei
Rostock • 1901

Aus dem physiologischen Institut der Universität Rostock

# Experimentelle Prüfung

des

# Jaquet[schen] Sphygmochronographen

## Inaugural-Dissertation

der

Hohen medicinischen Fakultät der Universität Rostock

zur

Erlangung der medicinischen Doktorwürde

vorgelegt

von

Johannes Bätke

approb. Arzt aus Gr. Schmölen.

**Rostock.**
Carl Hinstorffs Buchdruckerei.
1901.

Referent: Herr Prof. Dr. Langendorff.

*Meinen lieben Eltern*

*in Dankbarkeit.*

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549210_0079

# I. Einleitung.

Die grosse Wichtigkeit, die für physiologische wie für klinische Zwecke eine genauere Kenntnis des zeitlichen Ablaufs der Pulsbewegung gewonnen hat, macht es wünschenswert, einen Apparat zu besitzen, der frei von Fehlern den Anforderungen, die man an ein Präcisionsinstrument stellen muss, vollkommen genügt.

Es sind daher in den letzten fünfzig Jahren, wo man anfing, sich mit den Circulationsvorgängen näher zu beschäftigen, eine ganze Reihe Sphygmographen construiert worden, von denen indes nur wenige dauernd Eingang sich haben verschaffen können.

Als einer der besten gilt auch heute noch mit Recht der bereits im Jahre 1856 von Marey konstruierte Sphygmograph, der sowohl in seiner ursprünglichen Gestalt, als in der veränderten Form, die er gegenwärtig zeigt, den Anforderungen, die an ein solches Instrument zu stellen sind, durchaus genügt und sich deshalb schon längst seinen wohlverdienten Platz auf dem Gebiete der graphischen Methode erworben hat.

In richtiger Erkenntnis der beim Vierordt'schen Sphygmographen durch die Schwere des Hebelwerks bedingten Fehler setzte Marey dem Arterienpulse den elastischen Widerstand einer starken Feder entgegen, die er in passender Weise mit einem stark vergrössernden, aber sehr leichten und starren Schreibhebel verband.

Dass er hiermit das richtige getroffen hatte, haben zahlreiche, von ihm selbst angestellte Untersuchungen dargethan. Ausser ihm haben auch noch andere Forscher die Zuverlässigkeit des Instruments in verschiedener Weise bewiesen.

Besonders verdient Mach erwähnt zu werden, der schon wenige Jahre, nachdem Marey seinen Apparat angegeben hatte, eine Theorie der Pulswellenzeichner entwickelte und auf Grund derselben den älteren Marey'schen Sphygmographen sowohl einer theoretischen Kritik unterzog als auch experimentell denselben aufs genaueste prüfte. In diesen Untersuchungen kommt Mach zu dem Resultat, dass selbst rasche und heftige Druckvariationen mit grosser Genauigkeit registriert werden, ohne dass Eigenschwingungen von Seiten des Hebels oder der Feder auftreten.

Zu den gleichen Ergebnissen wie Mach kamen auch die andern Autoren, wie v. Wittich, der als einer der ersten den Apparat experimentell prüfte, Donders, Czermak und andere mehr, die aufzuführen zu weit führen würde. Sie alle bestätigen, dass der von Marey construierte Sphygmograph

allen berechtigten Anforderungen vollkommen zu genügen imstande ist.

Nicht wenig hat zu der Aufnahme, die das Instrument gefunden hat, auch der Umstand beigetragen, dass mit dem Schreibwerk desselben eine durch ein vortreffliches Uhrwerk vorbeigeführte Registrierplatte verbunden worden war, welche die lästige und nicht immer einmal mögliche Anwendung eines eigenen Registriercylinders unnötig machte.

Aber trotz aller Vorzüge lässt sich doch nicht verkennen, dass dem Instrumente auch Mängel anhaften. Seine immerhin nicht ganz bequeme Befestigungsweise, das Fehlen einer Zeitvermerkung, die Unmöglichkeit, mit ihm längere Zeit hindurch ohne Unterbrechung den Puls aufzuschreiben, sind vielleicht als solche zu bezeichnen.

Daher ist es nicht zu verwundern, dass in neuerer Zeit neben dem Marey'schen Apparat auch andere Konstruktionen Eingang, besonders in die klinische Praxis, gefunden haben oder auch nur gelegentlich bei sphygmographischen Untersuchungen benutzt worden sind.

Unter diesen scheint gegenwärtig der von Dudgeon angegebene Pulsschreiber sich besonderer Beliebtheit zu erfreuen.

Er findet teils als Federsphygmograph (der ursprünglichen Dudgeon'schen Konstruktion), teils als Gewichtssphygmograph (Richardson) Verwendung. Den meisten Anspruch auf Beachtung erhebt aber der nach dem Dudgeon-Princip gebaute Sphygmo-

graph in der Form, die ihm Jaquet in seinem Sphygmochronographen gegeben hat.

Auf den ersten Blick scheint dieses zierliche, von Runne mit allen Vorzügen der Feinmechanik ausgestattete Instrument allen, auch den höchsten Ansprüchen Genüge zu leisten.

Seine offenbaren Vorzüge bestehen in erster Linie in seiner grossen Handlichkeit und der einfachen Befestigungsweise am Handgelenk; ferner in derAnwendung einer Registrierfläche, die aus nichts als einem berussten Papierstreifen von beliebiger Länge besteht, womit die Möglichkeit einer längeren, ununterbrochenen Aufzeichnung gegeben ist. Den mit grosser Leichtigkeit einzuführenden, daher auch sehr schnell auszuwechselnden Streifen bewegt ein präzises Taschenuhrwerk, und zwar mit zwei verschiedenen, je nach Wunsch zu wählenden Geschwindigkeiten bei der Schreibspitze vorbei. Ausser der Kurvenzeichnung empfängt er Zeitmarken ($^1/_5$ Sekunden), die ein besonderes kleines Präcisionsuhrwerk registriert.

Wer Gelegenheit gehabt hat, den Apparat von Jaquet öfter zu benutzen, wird die grossen Vorteile, die in den erwähnten Einrichtungen liegen, nicht verkennen; und so ist es wohl gekommen, dass der Apparat von Jaquet mancherlei Anerkennung gefunden hat. Wenn dies in vielleicht noch höherem Masse bei den Instrumenten von Dudgeon oder von Richardson der Fall ist, die nur einen Teil der Vorzüge des Jaquet aufweisen, so dürfte

hier wohl in erster Linie der niedrige Preis entscheidend gewesen sein.

Das Schreibwerk ist bei allen dreien dasselbe. In höchst origineller Weise wird hier die Bewegung der auf der Arterie ruhenden Pelotte auf eine gradgeführte Schreibspitze übertragen. Manchem dürfte der Vorteil der dadurch erreichten Stirnschreibung gegenüber dem tangential zeichnenden Schreibhebel des Mareyschen Sphygmographen, dessen Curven auf bogenförmige Ordinaten zu beziehen sind, gross genug erscheinen, um das nach dem Dudgeon-Princip gebaute Instrument zu bevorzugen.

Indessen sind die aus der Tangentialschreibung erwachsenden Vergrösserungen der von Marey geschriebenen Curven bei ihrer geringen Höhe und bei der Länge des Schreibhebels nur gering zu veranschlagen, wovon man sich leicht durch einen Reduktionsversuch überzeugen kann.

Viel mehr verdient aber der Umstand Berücksichtigung, dass der Vorteil der Gradführung beim Dudgeon und seinen Modifikationen nur durch Benutzung eines verhältnissmässig schweren, eine grössere Zahl von unsicheren Gelenkverbindungen aufweisenden Schreibhebels erreicht wird. Schon der rein theoretischen Überlegung nach muss dies als ein Nachteil dieses Instrumentes erscheinen, der geeignet sein könnte, alle Vorzüge desselben aufzuwiegen; denn ein möglichst masseloser Hebel und möglichste Vermeidung und Sicherung der Gelenkverbindungen sind unumgängliche Voraussetzungen für richtige Registrierung.

Die Erfahrungen bei Benutzung der Dudgeon-schen Instrumente scheinen diesen Bedenken Recht zu geben; denn den Marey'schen Aufzeichnungen gegenüber fallen die mit jenen geschriebenen Curven durch eine Steilheit und Schroffheit der Wendungen und Zacken auf, die sich allein als Wirkung der Stirnschreibung nicht deuten lassen.

Diesen Bedenken fehlt aber vorläufig eine sichere Basis, da eine experimentelle Kritik der Dudgeon-Apparate bisher noch nicht unternommen ist.

Ich folgte daher gern der Aufforderung des Herrn Professor Langendorff, eine solche zu unternehmen, und lege die dabei gewonnenen Ergebnisse hiermit vor.

Äussere Gründe veranlassen mich, in dieser Arbeit von einer Abbildung der zur Prüfung benutzten Apparate sowie von einer Wiedergabe der graphischen Belege abzusehen. Ich hoffe aber in kurzem in der Lage zu sein, an einem andern Orte dieses Versäumnis nachholen zu können.

Einem Kreise von Ärzten wurden die betreffenden Vorrichtungen und die gewonnenen Curvenzeichnungen am 10. November 1900 von Prof. Langendorff vorgezeigt. Sitzungen des Rostocker Ärztevereins im Korrespondenzblatt des Allg. Mecklenb. Ärztevereins Nr. 214, S. 966.

## II. Methode der Untersuchung.

Ich habe mich zu meinen Prüfungen des Verfahrens bedient, das zuerst von Donders bei Untersuchung der Brauchbarkeit graphischer Vorrichtungen angewendet worden ist, von Marey wiederholt empfohlen worden und neuerdings in geeigneten Modifikationen von Hürthle zur experimentellen Prüfung von Tonographen Verwendung gefunden hat.

Ich konstruierte mir zu diesem Zwecke eine Walze mit Doppelexcenter, der einem aufgelegten Fühlhebel eine Bewegung erteilte, die mit der eines einfachen Radialisimpulses nahezu übereinstimmte.

In einem mit zwei Holzschrauben an einer Tischkante befestigten, bajonettförmig gebogenen Stück Gusseisen ist auf dem Ende ein rechteckiger Ausschnitt angebracht, in dem sich eine cylindrische Messingwalze befindet, die in gut gearbeiteten Spitzenlagern läuft. Die Walze hat an dem einen Ende eine Rinne für einen Schnurlauf, durch den sie mittels Wassermotors in Umdrehung gesetzt werden kann. Das andere Ende der Walze trägt ein Schraubengewinde und ist nur halb so dick im Durchmesser. Auf dem dünneren Abschnitt der Walze,

aber sich anlehnend an den dickeren sind zwei schmale Scheiben aus Messing aufgesteckt, die genau denselben Durchmesser wie die Walze haben und beide in der Achse sowohl gegen einander als auch gegen den Cylinder nach verschiedenen Richtungen hin verschoben werden können, sodass sie einen doppelten Excenter bilden. In dieser Lage können sie dann durch eine genau im Cylinderumfang abgedrehte Schraubenmutter fixirt werden.

Auf die excentrisch verstellten Scheiben drückt nun von oben her ein unten ein wenig abgerundeter Stift, der sich in einer an der senkrechten Wand des Eisenstückes angebrachten Schlittenführung von prismatischer Form befindet und durch eine kleine Spiralfeder gegen die Walze angedrückt wird.

Auf dem oberen Ende des Prismas befindet sich noch ein Stift, der in einem mit weichem Leder gepolsterten Plättchen endet, auf dem dann die Pelotte der betreffenden Sphygmographen zu ruhen kommt.

Die Sphygmographen werden auf dem anderen Schenkel des Eisenstücks festgebunden resp. festgeschnallt, nachdem noch einige Stücke sehr dicker Gummiplatte, die einen für die Druckfeder der Sphygmographen passenden Ausschnitt tragen, untergelegt sind, um möglichst ebensolche Bedingungen zu schaffen, wie wir sie beim menschlichen Arme haben.

Dadurch, dass ich zwei Scheiben auf der Walze befestigte und sie so stellte, dass die geringere Erhabenheit der einen sich der stärkeren andern

unmittelbar anschloss, erreichte ich, dass die Curve die durch die Umdrehung der Walze zustande kam, zwei Gipfel — einen Hauptgipfel und einen auf dem absteigenden Schenkel befindlichen kleineren Nebengipfel — hatte, wodurch sie mit einer dikroten Pulscurve eine grosse Ähnlichkeit bekam.

Zu meinen vergleichenden Untersuchungen standen mir verschiedene Apparate zur Verfügung: ein Marey alter und einer neuester Konstruktion, ein Dudgeon-Richardson und ein Jaquet sowie der nach dem Marey'schen Princip gebaute Laboratoriumssphygmograph von Ludwig. Für gewöhnlich dienten mir zu meinen Versuchen der Marey'sche Sphygmograph neuester Konstruktion und der Jaquet. Nur ausnahmsweise nahm ich noch den Dudgeon-Richardson oder den Marey-schen Apparat älterer Konstruktion hinzu. Auf den ersteren glaubte ich deshalb verzichten zu dürfen, weil die Gewichtsbelastung schon von vornherein keine günstigen Resultate erhoffen liess. Trotzdem habe ich nicht unterlassen, ihn zuweilen zu den Experimenten heranzuziehen und auf seine Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit zu prüfen.

Die Anordnung der Versuche geschah nun in folgender Weise. Zunächst habe ich mir ein Urteil über das Aussehen der richtig und ohne alle Eigenschwingungen aufgezeichneten Curven dadurch verschafft, dass ich mittels des Ludwig'schen Sphygmographen bei langsamstem Gang der Cylinderwelle meines Apparates und entsprechend

geringer Umdrehungsgeschwindigkeit der Baltzarschen Registriertrommel eine Curve schrieb. Diese habe ich als Normalkurve bezeichnet.

Dass sie es auch ist, dürfte zweifellos sein; denn selbst ein träger Hebel muss, wenn man ihm eine nur sehr geringe Geschwindigkeit erteilt, richtige Angaben machen. Ich habe aber nicht unterlassen, die Aussagen des Ludwig'schen Apparates noch mit Hülfe eines einfachen, federnden Fühlhebels zu kontrolieren und mich auch dadurch von seiner Zuverlässigkeit überzeugt.

Die Normalcurve habe ich als Grundlage für alle meine Untersuchungen angenommen und als Ausgangspunkt bei der Beurteilung der von den zu prüfenden Instrumenten gezeichneten Curven benutzt.

Die Zeitregistrierung geschah in der Weise, dass ich bei dem Marey'schen Sphygmographen, sowie bei dem von Ludwig und Dudgeon-Richardson Sekundenmarken mitzeichnen liess. Der Dudgeon-Jaquet, der mit einem $^1/_5$ Sekundenmarkenregistrier-Apparat versehen war, zeichnete mit Hülfe desselben die Zeit selber auf.

Zunächst prüfte ich nun die Sphygmographen einzeln nach einander (successives Verfahren). Ich band den betreffenden Apparat mittelst seiner Befestigungsvorrichtung auf dem „künstlichen Arm" fest und zeichnete dann eine Reihe von Curven. Ich begann mit ganz geringer Geschwindigkeit der durch den Wassermotor bewegten Cylinderwelle, sodass etwa 20 Pulse in einer Minute aufgezeichnet wurden.

Allmählich wurde dann ganz langsam zu grösserer Geschwindigkeit übergegangen, indem bei der jedesmaligen Änderung wieder eine Curve aufgeschrieben wurde. Dies wurde solange fortgesetzt, bis das Maximum der beim Menschen vorkommenden Pulsfrequenz bedeutend überstiegen war und etwa 210 Schläge in der Minute erhalten wurden.

Jetzt wurde der eben benutzte Sphygmograph abgenommen und ein anderer genau in derselben Weise wieder aufgebunden, ohne dass die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle irgendwie geändert worden war. War der Sphygmograph gut befestigt, so wurde nun eine Curve gezeichnet und dann umgekehrt in derselben Weise die Geschwindigkeit vermindert, wobei wieder bei jeder Änderung eine Curve gezeichnet wurde, bis die anfängliche, geringste Geschwindigkeit erreicht war, von der man ausgegangen war.

Eine zweite Versuchsanordnung bestand darin, dass zwei Apparate mit einander verkoppelt wurden (simultanes Verfahren).

Dies geschah in folgender Weise. Der eine Sphygmograph — meistens wurde der Marey neuester Konstruktion dazu benutzt — wurde auf dem „Arm" festgebunden und darüber dann der Jaquet befestigt. Die Befestigung des letzteren geschah so, dass mit der Klemme eines starken Bunsenstativs das Uhrwerk gefasst und der Apparat so über dem Marey angebracht wurde, dass die Pelotte des Jaquet auf dem Schraubenkopf des Marey ruhte. Darauf wurde die Welle in Be-

wegung gesetzt und bei verschiedenen Geschwindigkeiten jedesmal gleichzeitig mit beiden Instrumenten Curven aufgezeichnet.

Ausser diesen beiden Methoden, bei denen ich mich des beschriebenen Pulsmodells bediente, habe ich dann noch ein Verfahren angewandt, das darin bestand, dass ich an ein und derselben Person hinter einander mit dem Marey und Jaquet Radialispulse aufnahm.

## A. Successives Verfahren.

Zunächst habe ich eine Vergleichung des Jaquet'schen Sphygmographen mit dem von Marey vorgenommen.

Ich habe feststellen können, dass der Marey'sche Apparat unter allen Bedingungen äusserst treue und gute Curven lieferte, die mit der „Normalkurve", wie ich sie mit dem Ludwig'schen Laboratoriums-sphygmographen aufgezeichnet hatte, absolut identisch bezw. ihr geometrisch ähnlich waren.

Ich bin dabei von einer Geschwindigkeit ausgegangen, die weit unter der Pulsgeschwindigkeit lag; erst allmählich bin ich dann zu grösserer Schnelligkeit angestiegen, bis etwa das Pulsmaximum, ca. 160 Schläge (p. Min.) erreicht oder ein wenig überstiegen war. Alle so gewonnenen dikroten Kurven unterscheiden sich fast garnicht untereinander oder die Differenzen sind so gering, dass

sie garnicht in Betracht kommen können. Sie zeigen mit einem Worte alle die charakteristische Form der Normalkurve.

Ganz anders verhalten sich die vom Jaquet erhaltenen Kurven.

Bei geringer Geschwindigkeit, etwa bis zu 40 — 50 Pulsschlägen per Minute, zeichnet der Sphygmograph noch ganz einwandfreie Kurven. Wird die Schnelligkeit jedoch grösser, so treten ganz eigenartige, an der Normalkurve und an den bei gleicher Pulsfrequenz geschriebenen Mareykurven nicht vorhandene Zacken, sowohl im aufsteigenden wie im absteigenden Schenkel hervor. Besonders auffallend sind dieselben im aufsteigenden Schenkel. Bei einer Geschwindkeit von 60—90 Schlägen finden wir deren zwei, ist sie grösser als 100, nur noch eine Zacke. Auch diese verschwindet, wenn ein Pulsschlag von ca. 120 erreicht oder überstiegen ist.

Der normale Ablauf des absteigenden Schenkels der Curve erleidet ebenfalls Veränderungen. Solange die Geschwindigkeit nicht grösser als etwa 50 Pulsschläge ist, sind die Curven ganz brauchbar und haben grosse Ähnlichkeit mit den vorher vom Marey bei derselben Geschwindigkeit gelieferten Curven. Erreicht aber die Pulsgeschwindigkeit ca. 75 Schläge, so sieht man schon auffallende Veränderungen. Während der Marey'sche Apparat sanft gebogene Linien wiedergiebt, treten beim Jaquet an den Wendepunkten scharfe Ecken, und schroffe Zacken auf, die sich bei grösserer Ge-

schwindigkeit unter Auftreten unregelmässig gezackter Wellen immer mehr und mehr ausprägen, sodass schliesslich beide Curven jede Ähnlichkeit mit einander völlig verlieren. Dies letztere tritt schon bei einer Geschwindigkeit von 120 Schlägen in der Minute ein.

## B. Simultanes Verfahren.

Es war nun interessant zu erfahren, welche Resultate man erhalten würde, wenn man beide Apparate, Marey und Jaquet, derart mit einander verkoppelte, dass der eine durch den andern in Bewegung gesetzt würde. Man war dann gewiss, dass Zufälligkeiten, die immerhin auftreten konnten, wenn die Apparate nach einander aufgebunden wurden, so gut wie wegfallen würde. Ausserdem war hiermit der Vorteil gegeben, jede einzelne Curve des einen Sphygmographen genau mit der entsprechenden des anderen vergleichen zu können.

Die Versuche waren so angeordnet, wie ich bereits oben angegeben habe.

Bei diesen Versuchen hat sich nun ergeben, dass ebenso, wie bei der vorhergehenden Versuchsreihe, so auch hier bei grösseren Umdrehungsgeschwindigkeiten der Welle von dem Jaquet'schen Apparat stark gefälschte Kurven aufgezeichnet wurden.

Wir finden auch bei diesen Kurven schon bei verhältnismässig langsamer Umdrehung der Welle

dieselben Zacken im aufsteigenden Schenkel und dieselben Unregelmässigkeiten der Linien im absteigenden Schenkel wie oben. Endlich bei grösserer Geschwindigkeit geht die Übereinstimmung mit der Marey'schen Kurve gänzlich verloren.

Man sieht hier auch, wie die Grösse der Kurve des Jaquet durch die immer stärker werdende Schleuderung fortwährend zunimmt, bis sie beim Maximum der Geschwindigkeit die ganze Breite des Papierstreifens einnimmt, während doch die Excentrität der Welle nicht wächst, und der Marey'sche Apparat Kurven von ganz gleichmässiger Höhe aufschreibt. An einigen Stellen ist sogar die Schreibspitze geradezu vom Papier abgeschleudert, an andern bis über den Fusspunkt der Kurve hinaus zurückgeschleudert worden.

Bei diesen Versuchen hat sich nebenbei als bemerkenswerte Thatsache ergeben, dass der Druck, der auf den Marey'schen Sphygmographen durch den Jaquet ausgeübt worden ist, das Aussehen der Kurve in keiner Weise beeinflusst hat. Ich habe mehrere Kurven vom Marey mit darauf befestigtem Jaquet und ohne denselben zeichnen lassen und dabei stets dasselbe Resultat erhalten. Die gezeichneten Kurven unterscheiden sich in nichts von einander.

### C. Vergleichende Untersuchung des Radialispulses.

In dieser letzten Versuchsreihe habe ich die vergleichende Prüfung anstatt am Modell am menschlichen Radialispuls selbst vorgenommen, von der

Ansicht ausgehend, dass der Dudgeon'sche resp. der Jaquet'sche Sphygmograph wohl noch brauchbare Resultate ergeben könnte, wenn man nicht so hohe Anforderungen wie bei den Modelluntersuchungen an ihn stellte, sondern sich darauf beschränkte, ihn seiner eigentlichen Bestimmung gemäss zu verwenden.

Zur Controlle der vom Jaquet gelieferten Kurven habe ich mich wieder des Marey'schen Sphygmographen bedient.

Um ganz sicher sein zu können, dass der Marey stets gute und brauchbare Kurven liefert, gleichgültig, ob man den Apparat mit mehr oder weniger Druck aufbindet, habe ich vorher verschiedene Kurven mit stärkerem und mit geringerem Drucke seiner Feder zeichnen lassen. Dabei habe ich mich davon überzeugen können, dass das Aussehen der Kurve gar keine wesentlichen Veränderungen erleidet; höchstens werden die Kurven bei höherem Druck etwas niedriger, was leicht erklärlich ist. Für die Beurteilung dürfte dies ganz belanglos sein.

In derselben Weise wie den Marey'schen Apparat habe ich dann den Jaquet'schen Sphygmographen zeichnen lassen, und zwar bei verschiedenem Druck, wie dies durch den auf die Feder drückenden Excenter sich leicht bewerkstelligen lässt.

Dabei habe ich folgende Resultate erhalten.

Während man bei einigen Personen eine gute, den sonst vom Jaquet bekannten analoge Curve erhält, wenn man mit minimalem Druck arbeitet, erhält man bei andern Personen erst dann brauchbare Zeichnungen, wenn man einen Druck von 2 oder

mehr benutzt. Bei allen Curven aber fällt die grosse Steilheit des aufsteigenden Schenkels und die Schärfe der Gipfelzacken auf, besonders bei kräftigen Pulsen.

In einem Falle sah ich bei 0-Druck eine Spitze auftreten, die beim Marey nicht vorhanden war. Langsam ist dann der Druck erhöht worden, wobei sich nun die Thatsache herausstellte, dass bei Druck 1 diese Spitze noch grösser wurde, weil jetzt der Puls mit seiner ganzen Spannung auf die Pelotte wirken konnte. Wandte man noch höheren Druck an, so wurde die Spitze infolge der zunehmenden Compression der Arterie immer kleiner und kleiner, bis sie bei Druck 5 fast ganz verschwunden war. Die Höhe der Curve selbst war dabei auch stets in entsprechender Weise niedriger geworden.

In direktem Gegensatz zu diesem Befunde stand eine andere Curve, die von einem sehr kräftigen Pulse aufgezeichnet wurde. Während wir bei Druck 1 eine Curve von mittlerer Höhe hatten, wurde dieselbe bei höherem Druck immer grösser und die Schleuderung des Schreibhebels immer deutlicher. Bei Druck 5 war die Curve etwa doppelt so hoch wie bei Druck 1 und zeigte stärkste Schleuderungen. Der absteigende Schenkel erreichte sogar den Fusspunkt, bevor die Pulswelle abgelaufen war, ja, an manchen Stellen war er noch überschritten. Dass dies normaler Weise beim Pulse nicht vorkommen kann, braucht wohl nicht weiter erörtert zu werden.

Noch eine Thatsache sei hier erwähnt. Während bei den Modellcurven bei einer der normalen Puls-

frequenz etwa gleichen Umdrehungsgeschwindigkeit der Cylinderwelle bei Verwendung des Jaquetschen Sphygmographen oft Zacken im aufsteigenden Schenkel auftreten, fehlen diese bei den Radialiscurven vollständig. Ich sehe hierin aber nicht einen Beweis für die Brauchbarkeit des Jaquet zur Aufzeichnung von Radialispulsen, möchte vielmehr annehmen, dass die Zacken auch bei ihm vorhanden sind, aber durch die grosse Steilheit des aufsteigenden Curvenastes sich in der Curve nicht ausprägen können. Denn aus Versuchen, die ich eigens zu diesem Zwecke angestellt habe, deren Mitteilung ich hier aber unterlassen will, geht hervor, dass die Steilheit des Curvenanstiegs bei meinen Modellcurven eine kleinere ist als beim Radialispulse eines gesunden Menschen.

## III. Schlussfolgerungen.

Überschauen wir zum Schlusse die gewonnenen Resultate, so kommen wir zu dem Ergebnis, dass der Jaquet'sche Sphygmograph nicht das Vertrauen rechtfertigt, dessen er sich in den weitesten Kreisen erfreut.

Bei allen grossen Vorzügen, die ihm vor andern Sphygmographen eigen sind, überwiegen doch die Nachteile so sehr, dass es zu verwundern ist, dass nicht schon früher von Praktikern Klagen laut geworden sind.

Vergleicht man Curven von einer und derselben Person, mit dem Marey und mit dem Jaquet gezeichnet, mit einander, so muss jedem Unbefangenen die grosse Verschiedenheit auffallen, auch wenn man dem Umstand Rechnung trägt, dass der eine Apparat Curven mit gradlinigen, der andere solche mit leicht gekrümmten Ordinaten zeichnet. Während es beim Marey in betreff des Aussehens einerlei ist, ob man die Druckfeder mehr oder weniger anspannt, erhält man mit dem Jaquet ganz verschiedene,

von einander äusserst abweichende Zeichnungen, die zuweilen mit denen des Marey keine Ähnlichkeit haben und auch unter einander sich in vielen Punkten unterscheiden, ein Umstand, der in neuester Zeit auch Huchard aufgefallen ist.

Es ist überhaupt unmöglich oder doch wenigstens sehr unsicher, aus dem Verlauf der Curve etwas auf den Puls schliessen zu wollen, da man es ja stets mit durch Eigenschwingungen entstandenen Kunstprodukten zu thun haben kann.

Jaquet giebt an, es empfehle sich, stets mehrere Curven mit und ohne Druck zeichnen zu lassen. Aber welche Curve ist dann als die richtige anzusehen? Etwa die, die am höchsten ist, oder die, die auf uns den schönsten Eindruck macht? Mit dieser Anweisung wäre nichts gewonnen. Darnach würde es nur von dem subjektiven Gefühl des einzelnen abhängen, welche Curve er für die richtige, am wenigsten gefälschte ansehen will. Aber wohin würden dann unsere physiologischen sowie klinischen Untersuchungen führen, wenn wir nicht durch unsere Apparate in den Stand gesetzt würden, jedes subjective Empfinden bei Seite zu lassen?

Beim Jaquet'schen Apparat hat sich bewahrheitet, was Langendorff schon in seiner Graphik auf Grund theoretischer Erwägungen ausgeführt hat. Die Schreibvorrichtung ist beim Dudgeon und seinen Modifikationen als verfehlt anzusehen. Dieselbe ist zu schwer und viel zu lose mit der Druckfeder verbunden, sodass Eigenschwingungen unaus-

bleiblich sind, sobald die treibende Kraft d. h. der Puls eine bestimmte Schnelligkeit hat. Nach meinen Untersuchungen liegt diese Grenze schon bei einer Geschwindigkeit von ca. 40—50 Pulsen (p. Min.), einem Pulse, wie er normaler Weise nur ausnahmsweise einmal vorkommen kann. Wird die Pulsgeschwindigkeit grösser, über 100 Pulsschläge in der Minute, wie wir dies doch täglich am Krankenbette sehen, so versagt der Apparat überhaupt gänzlich. Wir können dann Zeichnungen erhalten, die mit den wirklichen Vorgängen beim Pulse nur noch eine entfernte Ähnlichkeit haben.

Auf Grund dieser Thatsachen ist daher entschieden davon abzuraten, sich allzusehr auf den Dudgeon'schen Sphygmographen oder ihm ähnliche zu verlassen.

Ganz verfehlt dürfte es sein, wie es von einigen Autoren geschehen ist, ihn als ebenbürtig dem Marey'schen Apparate an die Seite stellen oder gar ihm wegen der bequemen Anwendbarkeit den Vorzug vor dem letzteren geben zu wollen. Die Vorzüge des Dudgeon bestehen, wie oben schon erwähnt, hauptsächlich in seiner compendiösen Form und in der geradezu idealen Art und Weise, wie das Papier an der Schreibspitze vorbeigeführt wird.

Beim Jaquet kommt dazu die Präzision des Uhrwerks, die aber nicht grösser ist, als bei den Marey'schen Instrumenten, die Möglichkeit, die Geschwindigkeit der Schreibfläche zu verändern, und die Zeitregistrierung.

Wenn man den Marey'schen Apparat unter Beibehaltung seiner Schreibvorrichtung mit den Vorzügen der Dudgeon'schen Registriervorrichtung ausstatten könnte, so würde man, wie schon vor 9 Jahren von Langendorff hervorgehoben worden ist, in der That ein allen Ansprüchen genügendes Instrument besitzen.

# Litteratur.


1. Marey, E. J., la méthode graphique. 1870.

2. Derselbe, la circulation du sang. 1881.

3. Derselbe, du mouvement dans les fonctions de la vie. 1868.

4. Mach, Sitz.-Bericht der kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Cl. 46. Abth. 2. S. 157 bis 174 und 47. Abth. 2 S. 53—56. 1863.

5. Czermak, Sitz.-Bericht der kais. Akad. der Wissenschaften, math.-naturw. Cl., 47, Abth. 2, S. 438 bis 442. 1863. (Citiert nach Tigerstedt, Physiologie des Kreislaufs. Leipzig 1893.)

6. Langendorff, O., physiolog. Graphik. 1891.

7. Schliep, Berliner klinische Wochenschrift. 1880. S. 741.

8. Jaquet, Zeitschrift für Biologie, Bd. 28. 1891. S. 29—35.

9. Donders, F. C., Onderzoek van den cardiograf. Onderzoekingen gedan in het physiologische Laboratorium der Utrecht'sche Hoogeschool.

10. Hürthle, K. Kritik des Lufttransmissionsverfahrens. 8. Abhandlg. Pflügers Archiv. 1892. Bd. 53.

Derselbe, Vergleichende Prüfung des Tonographen von Frey's und Hürthle's. 9. Abhandlg. Pflüger's Archiv. 1893. Bd. 55.

11. Huchard, H. Note sur la différence des tracés obtenus par les sphygmographes de Dudgeon et de Marey. Acad. de méd. No. 24 (3) T. XLI. p. 640. (Citiert nach dem Referat von Langendorff in Virchow's Jahresbericht über die Fortschritte der Medicin. 1899. T. I. S. 199.)

# Lebenslauf.

Verfasser wurde am 18. Juni 1876 in Gr. Schmölen bei Dömitz a. d. Elbe geboren. Von dem 6.—8. Lebensjahre besuchte er die Schule seines Heimatsortes und kam dann nach Übersiedelung seiner Eltern nach Rostock in die Vorschule des Gymnasiums daselbst, wurde Ostern 1886 in die Sexta aufgenommen und verliess das Gymnasium Ostern 1896 mit dem Zeugnis der Reife, um sich dem Studium der Medicin zu widmen.

Die beiden ersten Semester studierte Verfasser auf der Universität Rostock und ging dann im Sommersemester 1897 nach Tübingen. Zu Anfang des Wintersemesters 1897/98 kehrte er nach Rostock zurück, bestand am 2. März 1898 das Tentamen physicum und beschloss seine Studien mit dem Sommersemester 1900.

Am 4. Februar 1901 bestand er vor der ärztlichen Prüfungskommission der Universität Rostock die ärztliche Staatsprüfung und am 9. Februar 1901 das Examen rigorosum.

Zum Schlusse sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Langendorff, für die Überweisung des Themas sowie für die freundliche Unterstützung auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.